

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-036916

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04B 7/15

H04B 7/24

H04L 5/16

H04L 12/40

(21)Application number : 07-210919

(71)Applicant : ETONA KK

TEKKEN CONSTR CO LTD

(22)Date of filing : 18.07.1995

(72)Inventor : ODA KIYOSHI

SAITO YUKIO

SHIBA SHIRO

YAMAZAKI TAKAICHI

(54) PACKET REPEATING SYSTEM FOR RADIO TRANSMISSION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system, with which reliability as a system can be secured even against a fault of device in the middle of repetition and further one carrier is enough for carrying radio signals, concerning a repeater system for radio signals to be applied when the distance between a lot of distributedly installed spots and a center for collecting information is larger than the limit of the propagating distance of radio signals.



SOLUTION: Plural slave equipments 12 for making sensor information or supervisory and control information into packets and transmitting them to master equipment 11 installed at the center are connected by a linear transmission line, each slave equipment has the radio communication function of a semiduplex system and a function for storing/repeating data

made into packets, and the installation interval of adjacent slave equipment is set shorter than the 1/2 arrival distance of radio signals so that the radio signal can over reach. A time slot phase related to the installation position is allocated to each piece of slave equipment, radio transmission can be performed just for this time width, this packet is repeated between the slave equipment like packet relay in time division manner and when a fault is generated at the adjacent slave equipment, the packet is repeated while skipping this slave equipment.

特開平9-36916

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

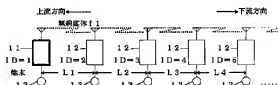
(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/56		9466-5K	H 0 4 L 11/20	1 0 2 A
H 0 4 B 7/15			H 0 4 B 7/24	B
7/24			H 0 4 L 5/16	
H 0 4 L 5/16			H 0 4 B 7/15	Z
12/40			H 0 4 L 11/00	3 2 1
			審査請求 未請求 請求項の数3 書面 (全 11 頁)	
(21) 出願番号	特願平7-210919		(71) 出願人	392029616
(22) 出願日	平成7年(1995)7月18日			エトナ株式会社
				東京都渋谷区笹塚2丁目26番2号
			(71) 出願人	000216025
				鉄建建設株式会社
				東京都千代田区三崎町2丁目5番3号
			(72) 発明者	小田 清
				東京都江東区北砂2丁目15番 35-406号
			(72) 発明者	斉藤 幸夫
				神奈川県足柄下郡真鶴町岩50番地
			(72) 発明者	芝 司朗
				千葉県成田市新泉9-1 鉄建建設株式会社技術研究所内
				最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線伝送によるパケット中継方式

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 分散設置された多数の地点と情報収集するセンタ一間の距離が無線信号の伝播距離の限界を超えて遠い場合に適用する無線信号の中継方式に関して、中継途中の装置の障害に対してもシステムとしての信頼性が確保でき、しかも無線信号を運ぶキャリアの使用は1つで済ませる方式を提供する。

【解決手段】 センタ一に設置された親機11へセンサ一情報や監視制御情報をパケット化して送信する複数の子機12を直線状の伝送路で結び、各子機には半二重方式の無線通信機能とパケット化したデータの蓄積・中継機能を持たせ、隣接子機の設置間隔を無線信号の到達距離の2分の1以下に設定して無線信号がオーバーリーチするようにし、各子機には設置位置に関連付けたタイムスロット位相を割り当ててこの時間幅だけ無線送信できるようにし、このパケットを子機間で時分的的にパケットリレーの如く中継させ、隣接子機の障害時にはこれを飛び越して中継する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】半二重の無線伝送機能を持つ複数の無線機群が地理的に直線状に配置されかつ、1度の送信ではすべての無線機には信号が減衰して到達しない程の直線距離総長がある場合であって、各無線機が備える入出力機能により取り込んだ情報を、この複数の無線機の中から特に指定された1つの無線機（以下、この指定された無線機を親機と呼ぶ）にパケット通信方式により周期的に収集する無線パケット通信システムにおいて、

【図1】に例示するように、親機の位置する方向を上流方向、親機から遠ざかる方向を下流方向とする配置関係において、下記の機能条件を備えていることを特徴とする無線伝送によるパケット中継方式であって、各無線機の設置間隔を、無線信号が正常に到達する距離Lの1/2以下とすることによって隣接以外の無線機にもオーバーラップするように配置し、

上記すべての無線機には、設置位置に関連付けられた一連の固有の識別子（以下、これをIDと略記する）が付与されており、

上記各無線機は、その直線的に分散設置された位置に関連付けられたタイミングの順番で、ある固定長にパケット化されたデータ（これを以下、タイムスロットと称する）を適切な変調を施した後に無線信号として送信する機能を持ち、一方他のすべての無線機は、この送信された無線パケットを常時傍受して正常な（エラーの無い）

パケットの場合には一時蓄積する機能を持っており、上記直線状に設置された最上流端又は最下流端に位置する無線機の何れか一方は、ある一定周期で上記固定長のパケットデータを繰り返し送出し、そのパケットには、そのパケットが上流方向に中継されるべきか又は下流方向に中継されるべきかの表示及び、そのパケットは「空きであるか否か」を表示するヘッダが付加されており、各無線機は、自分の無線機に予め割り当てられたタイミングになった時、既に受信し一時蓄積していた最新のパケットのヘッダに表示された「空き・塞がり」表示を調べて、その表示が「空き」であれば自分の保有する情報をパケット化し、また上記表示が「塞がり」であったら前記受信して一時蓄積していたパケットをそのまま前記タイムスロットの中で再送出することにより、あたかもパケットリレーのように順送りの中継を繰り返して、1回の無線信号の送信では届かないような遠端の親無線機まで情報を送達することを特徴とする無線パケット中継方式であって、

上記のパケットリレー中継動作において、隣接以遠の無線機から受信した無線パケットも一時蓄積しており、隣接無線機から正常なパケットが受信できない時には隣接無線機を飛び越えて2つ以上離れた無線機からのパケットの中継することによって、隣接無線機を飛び越しても中継機能が維持・継続されることを特徴とする無線伝送によるパケット中継方式。

【請求項2】 上記特許請求範囲1において、この無線システム全体として設置されている無線機の数N、タイムスロットの数Mとした時、 $N > M$ と設定して無線機相互の間隔がある一定以上離れた区間では同一位相のタイムスロットを繰り返し使うことにより、パケット中継動作における遅延時間を短縮することを特長とする無線伝送によるパケット中継方式。

【請求項3】 上記特許請求1において、

【図3】に示す如く、上記タイムスロットの中に宛先の異なる上流方向および下流方向の2つのパケットを連結して1回の送信タイミング中で送出することにより、パケットの先頭に付加するプリアンブル部分を共有することにより無線回線の使用効率を高めることを特徴とする無線伝送によるパケット中継方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【本発明の利用分野】 本発明は、無線の通信媒体を用いたパケット通信システムに関するもので、更には、無線パケット通信システムにおける中継方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 例えば、トンネル内にある一定間隔で複数箇所設置されているセンサー情報等を一定周期でセンター設備（以下、親機と呼ぶ）が収集する場合、

【図7】、【

【図8】に例示するように、一般的には有線ケーブルなどを張って情報伝送路としている。しかしこの方法ではトンネルの掘削作業が進行している場合には、作業進行に合わせてセンサー情報を取り込んでセンターへ伝送するための子機の設置台数の増加と共に通信用ケーブルも先へ延伸する作業も必要となり、掘削工事の迅速化や工事の効率を損なう。同様に、工事撤収時においてもやはり通信ケーブルの処置の作業が発生する等の問題がある。上記への対応策として、前記の制御子機の間の伝送路に無線通信を利用してワイヤレス化する方法が考えられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来の方法においては次のような2つのケースで課題があった。

（ア） 有線伝送路と組み合わせる場合（

【図9】に例示）

無線機そのものの数は少なくても済むが、無線通信機能を持つ制御無線子機とこの周辺に点在する複数のセンサーの間はやはり有線のケーブル等て部分的に接続するため、ケーブルを無くした事により得られる効果が著しく減殺される。

（イ） センサー等を設置する場所毎に無線機を設置する場合（

【図10】に例示）

この場合には、センサーと無線通信機能を持つ無線子機

の間のケーブル等の配線作業は1箇所毎だけで、かつ通信用ケーブル配線は無しで済ませられるので、上記

(ア)の問題は解消する。

【0004】然し反面、無線機の数が増加することによって次のような無線通信技術上の課題が生じる。

(a) 無線機相互の最大間隔が無線信号到達距離より長い場合には中継装置を新たに設置する必要がある。

(b) 各無線機が送信するキャリア信号相互の衝突回避策の技術導入が必要になる。(a)の課題に対して、従来の方法では要所に中継器を設置して対処していたが、この方法では他の無線機と構成・機能の異なる中継器の障害がシステム全体の動作に影響が及ばないように冗長な構成をとって信頼性対策の必要性があった。しかし、これがシステムのコストアップ要因となり経済性の面で問題があった。(b)の課題に対しては、二つの考えがあった。

【0005】その一つは、無線キャリアの衝突を回避するために、これら中継機間を相互干渉の無い2つ以上のキャリアを繰り返して使用する方法である。これは

【図10】に示している様に、無線伝送路の要所に設置した中継機(図中のR)でキャリアをf1からf2の間に変える。しかし、この方法では複数の無線キャリアを使うので、有限な資源の1つでかなり電波割り当てが逼迫している情勢となっており、問題があった。

【0006】もう一つの方法は、1つのキャリア使用するが各無線機間で調停するアルゴリズムを導入するものである。このアルゴリズムとして従来から一般的に適用されている代表的な方式には下記の様なものが知られている。

(1) ボーリング方式

(2) TDMA方式

(3) CSMA/CD方式、はCSMA/CA方式

(4) トークンバッシング方式

上記(1)の方式は、親機の処理負担が集中する問題がある。(2)の方式は、衛星通信等で既に適用されている方式で、1度の無線信号の送信ですべての無線機に届く範囲に散在している場合には有効である。しかし親機と、親機から遠く離れた子機の距離が離れている場合には別途、中継機間の接続の方法として前記(a)で指摘した問題と同じ問題が生じる。(3)の方式は、「無線LAN」として知られている無線通信分野で周知の技術である。しかし、CSMA/CD方式は無線信号としてスペクトラム拡散方式を採用している場合にはキャリアアクセスによる信号衝突検出の機能を簡単に実現することが困難である。また、CSMA/CAでは、特定の無線機にトラフィックが集中していると他の無線機に送信権が均等に振り分けられる保証がなくなる。このため、すべての無線子機からセンサー情報や監視制御情報を均等に収集するシステムでは適切な方式とはいえない。

(4)の方式は、有線LANの標準方式として既に実用

されているが、本発明の実施対象としている様に無線媒体が使用している場合は、伝送途中に発生するビットエラー等によりトークン信号が消失する確率が大きくなる。しかも、トークンが消失したことをモニタし再生成する機能を担うのは通常親機であるが、1スパンで無線信号が届かないような離れた子機の近辺で消失するトークンをモニタしトークン消失時に迅速な再生を実現するのは技術的に困難である。

【0007】その他に、1度の送信では無線信号が到達しないような広い範囲に無線機が設置されている場合に有線系のネットワークと協調して動作するようにしたセルラー方式(特に小エリアに適用する場合ではマイクロセルラー方式)が公衆無線電話システムでは既知の技術となっているが、有線ケーブルを部分的にせよ使用するのとは本発明の必要性の背景となった経済化の達成をなし得ないことは明らかである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、かかる従来方式の欠点を解決するためになされたものであり、その狙いとするところは、地理的に直線状に設置されている複数の無線機は、夫々が持つ入出力機能で得たセンサー情報や監視制御情報をセンターにある親機へ周期的に送信するシステムを構成するに、1度の無線信号の送信では到達しない程の遠距離に至るまで無線子機が1次的に多数分散設置されている地理的環境の下で、使用する無線キャリアは1しか使用せず、無線中継伝送路の部分的な障害が生じてともシステム全体の故障とならないような信頼性を確保しつつ、しかも無線通信路全体のコストの経済化が図られるような無線パケット通信システムに的中継方式を実現する必要があった。

【0009】

【問題を解決するための手段】前項の各課題項目に対応し、下記を骨子とする方式を考案した。

(ア) 各無線機相互の設置間隔を、無線信号の受信限界の距離に対して2分の1以下として無線信号が2スパン以上離れた無線機にまでオーバリーチするように設置した。

(イ) 各無線子機は夫々が持つ入出力機能で得た情報を一定の長さのデータブロックにパケット化し送信する機能を及他の無線機からのパケットデータを受信し、必要に応じて再送信するパケット中継機能を持たせた。

(ウ) 無線信号の衝突回避の方式として、一種の時分割方式(TDMと略記する)を適用した。但し、無線信号を送出するタイミングの割り当て方は、各無線機が設置されている場所に対応して送出タイミングの順番を予め割り当てる。しかもその割り当て順番がシフトして行く方向は、情報の中継伝達の所要の速度によって2通り設けて使い分けられるようにした。即ち、

(a) 親機が各子機から情報を収集する場合(以下、これを上り方向モードあるいは情報収集モードと呼ぶ)に

は、無線信号送出タイミングがシフトする順番は、親機
の位置する方向へ向かう上り方向へシフトするモードと
する。

(b) 反対に、親機が各子機に情報を配信する場合（以
下、これを下り方向モードあるいは、コマンドモードと
呼ぶ）には、無線信号送出タイミングのシフトする順番
は、親機から最遠端の子機の方へシフトするモードと
する。また、この2つのモードの切り替えは自動的又は
手動的に行なえるようにした。なお、この無線通信シ
ステムが初期化状態から立ち上がる場合に最初のパケット
を送信する無線機は、一次元的に設置された両端のい
ずれかの無線機に付与し、下りモードでは、最上流の親
機が、また、上りモードでは最下流の子機がそれぞれ初
期化時の最初の送信権を持つようにした。更に、初期立
上げ時以降はそのモード変更するまで、ある一定周期
で、ヘッダー部分に「空き」又は「塞がり」の表示をつ
けたパケットを送出し続けるようにした。

(エ) パケット中継のアルゴリズムを下記のように工
夫した。即ち、他の無線機から受信したパケットを前記
ヘッダー部を調べ、そのパケットが自分の位置に対して
上流に位置するのがあるいは下流に位置するのがある
か、また、現在動作しているパケット中継モードが上り方
向モードかあるいは下り方向モードか、の状態の組み合わせ
によってそのパケットの中継動作を判断する機能を持た
せた。

【0010】

【作用】これによって、直線状に設置された無線機間
を、固定長にパケット化されたデータがあたかもパケ
トリレーされる如く中継を繰り返しながら1度の無線信
号の送信では到達し得ない途距離まで、特定の機能に特
化された中継器を用いずにパケット通信が可能となり、
しかも中継路途上の複数の無線機が地理的に連続して同
時に故障しない限り、この無線パケット中継システムは
その機能を失うことがない。

【0011】

【本発明の実施例】先ず、
【請求項1】の場合につきその基本動作を実施例をもと
に順を追って説明する。

(ア)

【図1】に例示するように、無線通信機がN台、一次元
的に配置されているものとする。図示するように左端側
を上流方向、右端側を下流方向とする。左端の装置は、
他の無線機からセンサ情報や監視制御情報を収集する
ための親機でM1で示し、他のすべての無線機は、親機
に情報を送るための子機で、 S_n ($n=2\sim N$) のN-1
台あるものとする。すべての無線機はそれぞれの設置位
置に固連付け一連のID (識別子) がアドレス番号と
して付されており、同図の左端の親機をID=1とす
る。以下同様にして最右端をID=Nとする。各無線機
には、外部の情報、例えばセンサ等の計測用データを

やり取りするための入出力機能端子Tkがついているもの
とする。（ここに $k=1\sim N$ ）なお、親機と子機は、無
線機能としての本質的な差違はなく、親機はこの無線通
信システムの全体を管理制御したり、収集した情報の加
工機能等のアプリケーション機能を有するのみである。
また、各無線機の初期時の設置間隔は、この無線信号
の1度の送信による到達限界の半分以下に設定する。

【0012】(イ) 各無線機は少なくとも半2重の通
信機能を備えているものとする。無線媒体としては、電
波信号でも赤外線通信のような光信号でもよい。また、
電波の場合、電波形式は狭帯域方式でも、スペクトル拡
散方式のような広帯域方式でもよい。

【0013】(ウ) 各無線機は、予め割り当てられた
タイミングで、各自の入出力端子から取り込んだ情報を
必要に応じてデジタル化後、ある一定の長さのブロック
としてパケット化し、更に無線媒体の特性に適した変調
を施し、無線信号に乗せて送出する。

【0014】(エ) 上記パケットのフォーマットは、

【図2】に例示するように、無線パケットの受信動作を
確実にするための適当な長さのプリアンプ (PAと略記)
とPAとパケット本体の境界を表す同期符号 (特定
の符号列によるパターンで、以下SYNと略記するユニ
ークワードとも呼ばれる)、このパケットの最終到達先
を示す無線機ID (Destination Address、DAフィールドと略記する)、このパケットの
最初の発元元の無線機ID (Source Address、SAフィールドと略記する)、このパケットを受
信した無線機が如何に扱うべきかを指示するコントロール
フィールド (Cフィールド)、ユーザ情報を乗せるI
フィールド、前記DAフィールド以降のビット列の中に
ビットエラーの有無をチェックするための検査用符号
(以下、Cyclic Redundancy Check-code、CRCと略記する。FCS フレーム
チェックシーケンスとも呼ばれる) で構成される。更
に、各無線機が内蔵する時計機能に若干の誤差があつても
隣接するタイムスロットの有意義なフィールド部分が
互いに時間軸上で重ならないように、隙間 (GAP) を
PAに先行して付加される。なお、パケット付加の方式
以外に、パケット長可変方式も本質的には適用可能
である。この場合は、DAからCRC迄の間のデータはHDL
CにおけるFLAGパターンで囲まれる。

【0015】上記Cフィールドには更に、このパケット
の伝達される方向を示す「上り/下り」表示ビット、I
フィールドが既に使用されているか否かを示す「空き/
塞がり」表示ビット、Iフィールドの意味や属性を示す
「パケット種別」ビット、このパケットの発生時刻を表
す「タイムスタンプ」、パケット受信の際の重複や脱落
を検出するための「シーケンス番号」、そのパケットを
再生中継した無線機のIDが書き込まれる「中継番号」
等のビット列で構成される。なお、Cフィールドの内、

「中継番号」のフィールドはパケット中継のために書き換えられるが、他のフィールドはこのパケットがDAで示された無線機に取り込まれて消滅するまで不変である。なお、上記タイムスタンプシーケンス番号などは本発明の動作の本質に関する機能ではないが、無線によるパケット中継動作をより確実にするためのものである。

【0016】(オ) 1つの無線機がある時刻に送信する無線信号の長さをタイムスロット(TSと記す)と呼ぶ。このTSはすべての無線機に共通して一定で、その長さをTpとする。

【0017】パケット送信権の割り当てと無線機間の送信権のシフトの方向パケット送信権の割り当ては、時分割である。つまり、各無線機は計時機能を内蔵しており、自分の送信割り当て時刻に達した時に1タイムスロット長の時間Tpだけ送信が許される。この時に送信パケットに乗せる情報は、既に受信し一時蓄積しておいた隣接無線機の情報を中継する場合と、自分の保有している情報を乗せて発信する場合がある。このタイムスロットの時間幅だけ送信できる送信権は、Tpの時間刻みで隣接無線機間へシフトするようにする。この様子は、

【図4】に無線機の数5台の例で描かれている。その時間的にシフトする方向は、「上り方向モード」の例でさせる「下り方向モード」と、親機から見て最遠端の子機から順次親機に向かって行く「上り方向モード」の2通りがある。この図では、「上り方向モード」の例である。いずれのモードを使うかは、どちら方向への情報伝達遅延を重視するか、によって使い分けられ、そのモードの切り替え方には固定的、半自動的に考えられる。いずれの方法を採用するかは、このシステムの応用目的によって任意に決めればよい。

【0018】(カ) タイムスロットの割り当て方 このタイムスロットの数Mと、無線機の数Nとの関係の持たせ方については2通りある。

(a) $M \geq N$ と設定する方法

(b) $M < N$ と設定する方法

【0019】まず、(a)の場合について説明する。上記時間軸上に重ならないように設定されたN台分のタイムスロット番号をTS-1、TS-2、...、TS-Nと指定すると、この番号を無線機のIDと重複無く割り当てることができるので、無線機の設定位置とも1対1に対応付けられることを意味する。

【図5】はこの様なケースで送信権がTSを単位とする時間と共に無線機間をシフトする様子を示している。この方法の特長は、同一時刻で無線信号を送出している無線機が常に1台なので、いかなる場合でも無線信号の衝突が起り得ない点にある。これは小規模システムに迫している。

【0020】次に、(b)の場合について説明する。この方法は、TSの数が無線機の数より少なく、同一TS番号を複数の無線機に繰り返し重複して割り当てするもの

である。この場合、近接した無線機に同一TSを割り当てると無線信号同士で干渉し合うので、一定距離以上離れた無線機に割り当てするものである。それだけの間隔を置いて重複したTSを割り当てれば相互干渉が無いかは、無線信号の距離に対する減衰特性の他に、無線信号の受信・再生の特性に依存する。この方法のメリットは、無線機の数が多くなっても送信権が一巡する時間が一定以上長くない点にあり、大規模システムに適している。上記の関係を

10 【図5】に示す。

【0021】(キ) 前記の説明に関連して、「タイムスロットの位相同期」の確立の手段については種々の方法が考えられる。1つの方法は、従同同期方式で、おおむね、次のような動作となる。最上流端又は最下流端の無線機が先ず最初にパケットを送出する。これを受信した近傍の無線機は、受信パケットのSAと自分のIDの値から自分に割り当てられるべきタイムスロット番号を容易に算出できる。もし、受信パケットにビットエラー等があった場合にはこれを廃棄し、次に近傍の他の無線機が送出するパケットをモニタして正しいパケットを受信できるのを待てばよい。また、パケットを受信した厳密な時刻は、前記SYNパターンの検出時点基準とすることにより、無線信号の伝播時間程度の誤差でTSの位相合わせが可能である。

【0022】(ク) 初期のパケット送出の動作は次のようになる。システム立上時、最初にパケットを送出できるのは

【図1】における左端(親機)もしくは、右端の子機の無線機とし、以下システムが動作モードが変更されるまで、一定周期でパケットを送出し続ける。従って、左端ないしは右端に設置されている無線機はタイムスロットジェネレータ機能を持つ。

【0023】初期立上時にどちら側のタイムスロットジェネレータがパケットの送信を始めるかは、このシステムの動作を「上り方向モード」とするか、「下り方向モード」とするかに関係し、一般的には、親機が子機群より情報を収集する場合には「上り方向モード」、つまり右端の子機が「タイムスロットジェネレータ」とする方が情報伝達時間が短くなる。

40 【0024】上記パケット送出の周期Tcは、タイムスロットの数Mが無線機の数Nに等しいケースを考えると、 $T_c = N \times T_p$ である。パケット送信権をシフトして行く方向は、「上りモード」では、無線機のIDがN、N-1、...、2、1、また、「下りモード」では、1、2、...、N-1、Nの順番となる。パケットジェネレータとなる無線機は、「上りモード」では、ID=Nの子機が、「下りモード」では、ID=1(つまり親機)である。

【0025】最初にパケット送出する無線機は、自分の保有する情報をこのパケットに乗せることができ

て、この時は前記パケットヘッダのCフィールドの「空き／塞がり」表示ビットを「塞がり」にセットする。それ以外のサイクルでは、「空き」表示のパケットをTcのサイクル毎に送出する。「空き」表示のパケットを送出する際には、Iフィールドには、送出の度に1ずつインクリメントないしはデクリメントされる整数「J」が書き込まれる。このJは、この空きパケットを受信した時に自分の情報を乗せることのできる無線機IDを示している。

【0026】(ケ) 子機におけるパケット受信時の動作は次のようになる。すべての無線機は常にパケット受信できる状態で待ち受けている。ある子機、ここでは、ID=k番目(kは1、N以外)の無線機があるパケットを受信した時を想定して説明する。なお、IDがkとなる無線機(子機)から見た時、ID=k+1は下流側の隣接子機、ID=k-1は上流側の隣接無線機(子機又は親機)である。ID=kの無線機が受信したパケットのCRCにエラーがない正常なパケットであれば、これをバッファメモリに一時蓄積する。もしエラーが検出されればこれを廃棄する。その後動作は、「上り方向モード」／「下り方向モード」か、受信したパケットのSAがkより大きい／小さいか、の組み合わせにより4通りの場合に別れる。ここでは「上り方向モード」の場合について説明する。

【0027】受信パケットのSAがkより大きい場合。既に受信し一時蓄積しているパケットのヘッダのタイムスタンプ及びシーケンス番号と比較し、同じであれば、先に受信したパケットは2つ以上離れた下流の無線機が送出したパケットをオーバーリーチによって受信したものと判断でき、今回受信したパケットをバッファメモリに上書きしてバッファの内容を更新しておく。

【0028】受信パケットのSAがkより小さい場合。この受信したパケットは上流に位置する隣接無線機が更に上流に向けて送信したパケットであり(パケットの宛先DAによって容易に判断できる)、通常はこのパケットはID=kの無線機においては廃棄してよい。ただし、隣接無線機の動作状態をモニタするための統計情報として利用することができ。以上は「上り方向モード」の場合について説明したが、「下り方向モード」に対してもその動作は同様である。

【0029】(コ) 子機におけるパケット送信時の動作は次のようなものである。各無線機は、予め割り当てられたタイムスロットのタイミングとなった時にのみ無線信号を送出することができる。この無線信号に乗せる情報は、前記(ケ)項の説明において、既に受信し一時蓄積・記憶されている隣接無線機からのパケットを単に中継する場合と、自分の持っているデータを親機に向けて発信する場合の2通りがある。

【0030】(a) 先に受信していたパケットが「空き」表示でない場合。

このk番目の子機はこのパケットを中継する。その際、ヘッダの「中継ノード番号」のフィールドを自分のID(=k)に置き換える。当然CRCは再演算する。

【0031】(b) 先に受信していたパケットが「空き」表示の場合。

この場合は、自分自身の保有する情報をパケットのIフィールドに乗せることができる。この時、パケットヘッダのDA(「上り方向」モードでは、通常、親機のID=1)、SA(この例ではk)、「空き／塞がり」表示を「塞がり」に書き換える。同時にパケット本体部のフレーム先頭にプリアンプルを付加してパケット送信を行う。

【0032】(サ) かくして、無線パケットデータは、あたかも「パケットリレー」の如く、隣接した無線機の間を次々にパケット中継されて、最終宛先の無線機(上記の動作例の説明では親機)まで到達し、ここでのパケットは吸収され消滅する。

【0033】(シ) 以上の動作説明は「上り方向モード」の場合を例にしたが、「下り方向モード」の場合でも基本的な動作原理は同じである。

【0034】(ス) パケットエラーの対応 無線回線を介してのパケット通信では当然、ビットエラーが確率的に発生するものと考えなければならない。本発明による無線パケット通信システムにおいて適用可能な方法は、

【0035】(a) CRCの代わりに誤り訂正符号方式(Foward Error Correction、FEC)略記する)を用いる方法。

(b) CRCによるエラー検出を行い、必要に応じて(情報の内容等)再送訂正を行う方法。

(c) CRCによるエラー検出は行わず、訂正は行わない方法。

がある。いずれの方法がよいかは、実際の無線回線の伝送品質(ビットエラー率)、パケットで伝送する情報の内容・性質、パケット伝送に伴う遅延時間の許容値等、そのアプリケーションによって選択肢が変わる。本発明のように、例えば、「上り方向モード」においてパケットエラーが生じた場合、(b)の再送訂正方式では、再送するパケットを送れるタイミングが次のタイムスロットのサイクルまで待たされることになるので、迅速な訂正動作を行うのが難しい。このような課題に対処する必要がある場合は、上記(a)又は(c)の方法で対応する。センサ情報や計測データを周期的に収集して監視制御を行うアプリケーションで、しかも伝送品質もビットエラー率が 1×10^{-5} 程度と比較的良好な条件の場合では、上記(c)の方法の適用も可能である。

【0036】(セ) 前記の説明でも分かる通り、本発明によればすべての無線子機はパケットの中継動作と自からパケットを発信する動作の切替えは、単にパケットヘッダのチェックのみでよく専用の中継器を必要としな

い特長がある。

【0037】(ソ) 前記の説明において明らかな通り、本発明では、ある無線機が送出した無線信号が少なくとも一回跳接した1つの無線機を飛び越してオーバーリーチするように無線機間隔でを配置しているので、途中の無線機が故障して中継動作が行えなくとも、1つ飛び越した無線機がパケット中継を行なえるアルゴリズムが実現でき、パケット中継動作を中断することがない。これが本発明による無線パケット中継方式のもう1つの特長である。

【0038】(タ) 以上の動作の概略説明では、無線機は1つのタイムスロットで1つのパケットを送出する場合を説明した。更に、1つのタイムスロットで2つ以上のパケットを連結して送出できるようにタイムスロットを拡張することによって、1回の送信の機会を上流側と下流側の両方の無線機にそれぞれ異なるパケットを送達できる。このようにすることによってブリアンブル部を共有でき、無線回線の有効利用ができる特長が得られる。この時のパケットの構成を

【図3】に例示する。同図で、連結されたパケット1、パケット2の内容の構成は、基本的には

【図2】と同様である。

【0039】

【本発明に関連した補足説明】以上の説明における無線媒体としては、電波だけでなく、光（赤外線的应用）等も考えられ、特に制約されるものではない。また、無線媒体に適したデジタルデータの変調方式も無線媒体の特性に適したものでよい。

【0040】更に、本発明の実施例として、これまで無線機群が1次元的に設置されている場合の無線パケット中継方式を説明したが、2次元的な広がりて無線機群が設置されている場合でも拡張して本発明の適用が可能であって、直線状の無線パケット中継路を複数構成することも可能である。

【図6】に、この実施例を概念的に描いた無線パケット中継システムの構成を示す。同図から明かなように、無線パケットの複数の中継路を放射状に結びことによって実現できる。この場合、各中継路毎に無線キャリア（f1からf4）を変えなくとも、夫々のタイムスロットの位相を調節して各中継路の無線信号間の相互干渉を避けられる場合もある。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、すべての無線機は1つの無線キャリアを使うだけでパケット化されたデータを送受信する機能に加え、中継する機能を併せ持つ遠距離の中継器として特化された装置を用いることなく遠距離の無線パケット通信が構成できる。これによって無線パケットシステムの経済性を改善できる。また、従来方式による無線パケット中継の弱点となっていた、途中の無線機ないしは中継器の障害による信頼性の低下も、本

発明によれば、無線信号がオーバーリーチするように無線機相互の間隔をとって配置することによって飛び越し中継が自動的に行われる。これによって、局部的な障害がシステム全体のパケット中継機能に支障を来すことがなくなり、システム全体としての動作の信頼性が改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるシステム構成の典型的な例で、無線機の数が5の場合を示す。

10 【図2】本発明を適用する場合に用いる無線パケットのフレームフォーマット例である。

【図3】本発明を適用する場合のもう一つのパケットのフレームフォーマットの他の例で、1つのタイムスロットの中に2つのパケットを連結して送出する場合のパケットの構成例を示すフレームフォーマットの図。

【図4】本発明の動作概念を説明するためのタイムスロットと無線機群との関係を説明するためのマトリックス図。「上り方向モード」の場合で、送信機が上り方向へシフトする様子を描いている。また、この例では、ID=5の無線機がタイムスロットジェネレータの機能を持っている場合を描いている。

【図5】本発明の動作概念を説明するためのタイムスロットと無線機群との関係を説明するための他のマトリックス図。この図では、無線機の数10に対してタイムスロットの数を5とし、10組の無線機がそれぞれ同じ位相のタイムスロットを重複して使用している様子を示したものである。

【図6】本発明を適用した無線パケット中継システムの他の構成例である。

30 【図7】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの構成例で、分散設置された端末間の接続を有線によるスター型配線とした場合の図である。

【図8】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの他の構成例で、分散設置された端末間の接続を有線によるバス型とした場合の図である。

【図9】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの構成であるが、分散設置された端末間の接続を無線による場合の図。一部スター型配線と組み合わせた例を示す。

40 【図10】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの構成で、分散設置された端末間の接続を無線のみによる場合の図である。

【図11】本発明の動作概念を説明するためのタイムスロットと無線機群との関係を説明するための他のマトリックス図。この図では、無線機の数10に対してタイムスロットの数を5とし、10組の無線機がそれぞれ同じ位相のタイムスロットを重複して使用している様子を示している。

【図12】本発明を適用した無線パケット中継システムの他の構成例である。

【符号の説明】

- | | | |
|---|---|--------------------|
| 1 | 1 | 本発明による無線機能を持つ親機 |
| 1 | 2 | 本発明による無線機能を持つ子機 |
| 1 | 3 | 入出力端モジュール |
| 1 | 4 | パケットフレームフォーマット |
| 1 | 5 | 拡張したパケットフレームフォーマット |
| 2 | 1 | 従来方式の有線通信機能を持つ親機 |
| 2 | 2 | 従来方式の有線通信機能を持つ子機 |
| 3 | 1 | 従来方式の無線通信機能を持つ親機 |
| 3 | 2 | 従来方式の無線通信機能を持つ子機 |
| 4 | 0 | 従来方式の無線中継器 |

また、図中に用いた略記号の意味は下記の通りである。

【图1】、

【图4】

【図5】

【例6】

【圖7】

【圖8】

【図9】及び

【図 10】において、

 f_1, f_2, f_3, f_4

ア

L1 --- L4 本発明を実施した場合の無線機間

11

無線機識別用の一連番

号

L.1, L.2, L.3 従来方式の無線機設置間

14

TS タイムスロップ

ト

【圖2】

【図3】において、

B/R 塞がり／空きの表示ビット

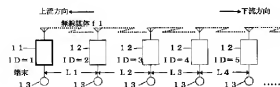
ト

C 制御情報フォール米

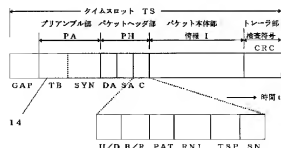
* 下

- | | | |
|----|---------------------------|-------------------|
| | CRC、CRC1、CRC2 | サイクリック |
| | リダンダンシチェック符号 | |
| | DA | 最終宛先アドレス（無線機ID番号） |
| | I、I1、I2 | ユーザ情報フィールド |
| | F | |
| | GAP | パケット送信ギャップ |
| 10 | ブ | |
| | PA | ブリアンプ |
| | ル | |
| | PAT | パケットの属性表示 |
| | PH1、PH2 | 2種類の異なるパケットヘッダ |
| | RNI | パケット中継した無線機のID |
| | SA | 発信元アドレス（無線機ID番号） |
| 20 | SN | パケット生成時のシーケンス番号 |
| | SYN | 同期符号 |
| | TB | トレーニングビット列 |
| | TSP | パケット生成時のタイムスタンプ |
| | TS | タイムスロット |
| 30 | TS-E | 拡張した長さのタイムスロット |
| | U/D | 上り方向／下り方向表示ビット |
| | なお、図番が異なっても同一記号は同一意味を表する。 | |

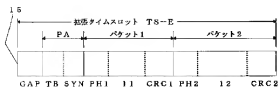
【图1】



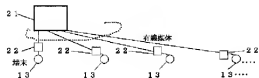
【圖2】



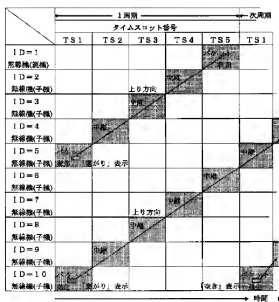
【図3】



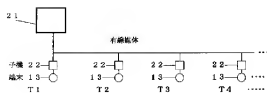
【図7】



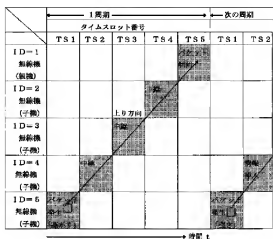
【図5】



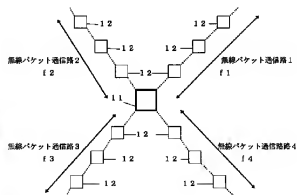
【図8】



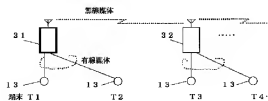
【図4】



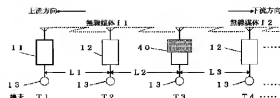
【図6】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成7年12月8日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるシステム構成の典型的な例で、無線機の数が5の場合を示す。

【図2】本発明を適用する場合に用いる無線パケットのフレームフォーマットの例である。

【図3】本発明を適用する場合のもう一つのパケットのフレームフォーマットの例で、1つのタイムスロットの中に2つのパケットを連結して送出する場合に用いるフレームフォーマットの図である。

【図4】本発明の動作概念を説明するための図で、複数の無線機の間で送信権を移動させて行く状況を表すところの無線機IDとタイムスロットのマトリックス図である。無線機5台、使用するタイムスロット数が5の場合である。

【図5】無線機の数10で使用するタイムスロットの数は5の場合の無線機IDとタイムスロットの他のマトリックス図で、同一タイムスロットを2組の無線機が共用している状況を示したものである。

【図6】本発明を適用した無線パケット中継システムの他の構成例で、1つのシステムの中に複数の無線パケット通信路（この図では4）が存在している場合を示す。

【図7】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの構成例で、分散設置された端末機器間の接続に、有線によるスター型配線を使用した場合の図である。

【図8】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの他の構成例で、分散設置された端末機器間の接続に、有線によるバス型配線を使用した場合の図である。

【図9】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの構成例であるが、分散設置された端末機器間の接続に、無線を部分的に使用した場合の図である。

【図10】従来方式による計測・制御情報等の収集システムの構成例であるが、分散設置された端末機器間の接

続に、すべて無線を使用した場合の図である。

【符号の説明】

11	本発明による無線機能を備えた親機
12	本発明による無線機能を備えた子機
13	入出力端末機器
14	パケットフレーム
15	拡張したパケットフレーム
21	従来方式の有線通信機能を持つ親機
22	従来方式の有線通信機能を持つ子機
31	従来方式の無線通信機能を持つ親機
32	従来方式の無線通信機能を持つ子機
40	従来方式の無線中継器
B/R	塞がり/空きの表示ビット
C	制御情報フィールド
CRC、CRC1、CRC2	サイクリックリダンダンシチェックビット
DA	宛先アドレス（無線機のID番号）フィールド
f1、f2、f3、f4	無線のキャリア
GAP	パケット送信の時間ギャップ
I、I1、I2	ユーザ情報フィールド
ID	無線機識別用の一連番号
L1、L2、L3、L4	無線機の設置間隔
PA	ブリアンプル
PAT	パケットの属性表示
PH1、PH2	パケットヘッダ
RNI	パケットを中継した無線機のID
SA	発信元アドレス（無線機のID）フィールド
SN	パケット生成時のシーケ

ンス番号		* TS-E	拡張したタイムスロット
SYN	同期符号フィールド	TSP	パケット生成時のタイム
T1、T2、T3、T4	入出力端末機器（符号1	スタンプ	
3と同じ意味）		U/D	上り方向／下り方向表示
TB	トレーニングビット列	ビット	
TS	タイムスロット	*	なお、図番が異なっても同一記号は同一の意味を表す。

フロントページの続き

(72)発明者 山崎 多賀一
千葉県成田市新泉0-1 鉄建建設株式会
社技術研究所内